

© EPCC/OC / EPO

PN - JP7223597 A 19950822  
 PD - 1995-08-22  
 PR - JP19940014513 19940208  
 OPD - 1994-02-08

TI - TWO-DIMENSIONAL DEVELOPMENT STRUCTURE BODY  
 AB - PURPOSE: To obtain a two-dimensional development structure body with which the

overrestrained state for the degree of freedom in the mechanism of the structure body can be averted without using a complicated mechanism, the envelope region for the accommodation shape is reduced, and the high expansion performance for averting the necessity of the optimum design for the accommodation shape and the development shape is provided, even if the number of panels increases, and the number of development stages can be reduced. CONSTITUTION: A two-dimensional development structure body is constituted of a plurality of panels 1a-1i and a plurality of hinges 3a-3h for joining the contiguous panels, and the panels 1a-1i are joined by the hinges 3a-3h so that the development shape where the panels 1a-1i are formed to a panel in one row, and the development directions of the contiguous arbitrary panels in the panel row are different can be formed.

IN - KAWAMURA SHUNICHI; NAKAGAWA JUN  
 PA - MITSUBISHI ELECTRIC CORP  
 IC - B64G1/22; H01Q1/08; H01Q1/28; H01Q15/20

© WPI / DERWENT

TI - Two-dimensional panel expansion structure e.g. for spacecraft antenna, solar panel etc. - has number of panels, with adjoining panels connected by hinges to enable relative movement, and has small envelope NoAbstract

PR - JP19940014513 19940208  
 PN - JP7223597 A 19950822 DW199543 B64G1/22 015pp  
 PA - (MITQ) MITSUBISHI ELECTRIC CORP  
 IC - B64G1/22 ;H01Q1/08 ;H01Q1/28 ;H01Q15/20  
 OPD - 1994-02-08  
 AN - 1995-331083 [43]

© PAJ / JPO

PN - JP7223597 A 19950822  
 PD - 1995-08-22  
 AP - JP19940014513 19940208  
 N - KAWAMURA SHUNICHI; others: 01  
 PA - MITSUBISHI ELECTRIC CORP  
 TI - TWO-DIMENSIONAL DEVELOPMENT STRUCTURE BODY  
 B - PURPOSE: To obtain a two-dimensional development structure body with which the

overrestrained state for the degree of freedom in the mechanism of the structure body can be averted without using a complicated mechanism, the envelope region for the accommodation shape is reduced, and the high expansion performance for averting the necessity of the optimum design for the accommodation shape and the development shape is provided, even if the number of panels increases, and the number of development stages can be reduced.

CONSTITUTION: A two-dimensional development structure body is constituted of a plurality of panels 1a-1i and a plurality of hinges 3a-3h for joining the contiguous panels, and the panels 1a-1i are joined by the hinges 3a-3h so that the development shape where the panels 1a-1i are formed to a panel in one row, and the development directions of the contiguous arbitrary panels in the panel row are different can be formed.

- B64G1/22 ;H01Q1/08 ;H01Q1/28 ;H01Q15/20

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-223597

(43) 公開日 平成7年(1995)8月22日

(51) IntCl<sup>8</sup>

B 6 4 G 1/22

H 0 1 Q 1/08

1/28

15/20

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

7331-3D

(21) 出願番号

特願平6-14513

(22) 出願日

平成6年(1994)2月8日

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 15 頁)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 川村 俊一

鎌倉市上町屋325番地 三菱電機株式会社

鎌倉製作所内

(72) 発明者 中川 潤

鎌倉市上町屋325番地 三菱電機株式会社

鎌倉製作所内

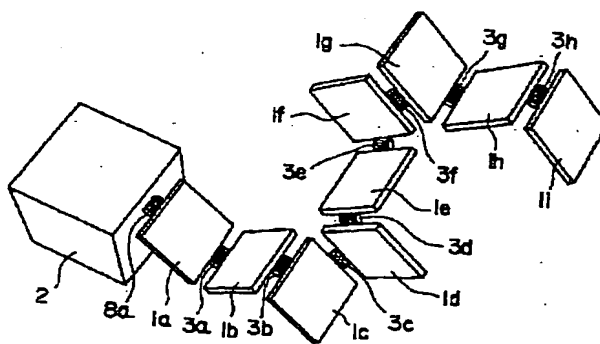
(74) 代理人 弁理士 高田 守

(54) 【発明の名称】 二次元展開構造物

(57) 【要約】

【目的】 複雑な機構を用いることなく構造物の機構の自由度の過拘束状態を回避し、収納形状の包絡域を小さくし、パネルの個数が増えても収納形状と展開形状の最適設計を必要としない高い拡張性を持ち、展開段数のより少ない二次元展開構造物を得る。

【構成】 複数個のパネル1、隣接するパネル同士を結合する複数個のヒンジ3によって構成され、パネル1を一系列のパネル列となるように、かつパネル列の隣り合う任意のパネルの展開方向が異なるようにして展開形状を形成できるようにヒンジ3によってパネル1が結合される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 宇宙船に収納状態で搭載されて軌道上で展開する二次元展開構造物において、複数のパネル、隣接する前記パネル同士を結合する複数のヒンジによって構成され、前記複数のパネルを一系列のパネル列となるように、かつ前記パネル列の隣り合う任意のパネルの展開方向が異なるようにして展開形状を形成できるように前記複数のヒンジによって前記複数のパネルが結合されたことを特徴とする二次元展開構造物。

【請求項2】 隣接する前記パネル列を山折りと谷折りを交互に繰り返すことによって収納形状になるようにパネル間をヒンジで結合したことを特徴とする請求項1記載の二次元展開構造物。

【請求項3】 前記ヒンジに、展開動作中において隣接する前記パネル同士のなす各々の展開角度がある関係をもって展開するような同期機構を備えたことを特徴とする請求項2記載の二次元展開構造物。

【請求項4】 前記ヒンジの一箇所にダンバを備えたことを特徴とする請求項3記載の二次元展開構造物。

【請求項5】 前記ヒンジにばねを組込んで収納状態で蓄積されたばねの歪エネルギーを解放することで展開することを特徴とする請求項2記載の二次元展開構造物。

【請求項6】 前記ヒンジの全てにダンバを備えたことを特徴とする請求項5記載の二次元展開構造物。

【請求項7】 収納状態及び展開途中では隣接しないが展開状態では隣接する前記パネル同士の間にラッチ機構を備えたことを特徴とする請求項1記載の二次元展開構造物。

【請求項8】 前記パネル列の端となるパネルが宇宙船に取付けられることを特徴とする請求項1記載の二次元展開構造物。

【請求項9】 前記パネル列の端となるパネルが前記パネル以外の取付け部材を介して宇宙船に取付けられていることを特徴とする請求項8記載の二次元展開構造物。

【請求項10】 前記パネル列の端ではないパネルが宇宙船に取付けられることを特徴とする請求項1記載の二次元展開構造物。

【請求項11】 前記パネル列の端ではないパネルが前記パネル以外の取付け部材を介して宇宙船に取付けられていることを特徴とする請求項10記載の二次元展開構造物。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、例えば宇宙船に収納状態で搭載され、軌道上にて展開する太陽電池パネルやフェーズドアレイアンテナ等の平面、または大型アンテナや太陽光集光板等の曲面を構成するような宇宙用の二次元展開構造物に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図34(a)、図34(b)、図34

(c)は太陽電池パネル等に代表される一次元展開構造物の収納形状及び、展開途中形状、展開形状を示し、図35(a)、図35(b)は4個パネル構成の二次元展開構造物の展開形状及び収納形状を示し、図36(a)、図36(b)は特許公報、平2-1720に示される9個パネル構成の二次元展開構造物の展開形状及び収納形状を示す図である。図において、1は平行四辺形パネル、2は宇宙船、3は1軸回転自在ヒンジ、5は多自由度ヒンジである。

【0003】 二次元的な広がりを持つ宇宙用展開構造物は、従来その収納方法として、構成要素が隣接する全要素と結合されたまま折り畳むという概念が適用されている。そのため構造物が剛体パネル等の厚みを持ったものから構成される場合、収納から展開への動作が円滑に行われ、さらに展開形状で高剛性及び高精度を実現するためには折り目に相当するパネル間の機構及びその折り畳み方式には工夫を要する。

【0004】 特に、要求される展開形状の面積に対して収納形状の包絡域が十分に大きく取れる場合は、従来の太陽電池パネル等に代表されるように構成要素であるパネル面積を十分に大きく取り、図34(b)に示すようにびょうぶ状に折り畳めるようにパネル間を1軸回転自在ヒンジで直列に結合していく。すると、図34(a)～(c)に示すように一方向のみの展開動作となり、このような構造物を一次元展開構造物と呼ぶことにする。

【0005】 この構造物の特徴は、図34(a)に示すように収納形状が1個のパネル上に一方向に積み重ねるように折り畳むことができるため、その包絡域は比較的小さい。また、パネルの個数を追加する場合、追加パネル個数とパネル1個の厚みの積が収納形状の包絡域のパネルの積み重ね方向に加算されるだけで、展開形状の面積が追加パネル個数とパネル1個の面積の積だけ増加する。展開方式は折り畳んだびょうぶを広げる方式と同じままである。よって展開方向のパネル個数、すなわち展開形状の面積、の追加に対する拡張性が高いといえる。

【0006】 さらに、びょうぶ状に山折りと谷折りを交互に繰り返すことで収納形状になるので、同一形状の単純な機構である1軸回転自在ヒンジによって全てのパネル間を結合できる。すると展開動作中においてパネル同士が幾何学的に干渉することがないため、これを利用して段階で展開することが可能であるため、結果として展開動作信頼性が高い。

【0007】 さらに、展開形状における前記ヒンジ剛性を向上させれば構造物の剛性及び展開精度も容易に向上することが可能である。

【0008】 しかし、収納包絡域は搭載宇宙船等により大きく制限されるため、パネルが常に大きな面積を稼ぐのは困難である。したがって前記一次元展開構造物の展開面積の展開方向以外の拡張性は、乏しいといえる。よって二方向に展開する展開構造物の必然性が生じ、この

ような展開構造物を二次元展開構造物と呼ぶことにする。

【0009】図35(a)に示す二次元展開構造物は、前記太陽電池パネルに用いた1軸回転自在なヒンジ3a~dを用いて4個のパネル1a~dを展開させるものである。この二次元展開構造物は例えば図35(b)のように折り畳んだ時にはヒンジ3eが図に示されているようにその形状を保てないという現象が起きる。これは展開構造物を機構として見た場合、機構の持つ自由度が過拘束状態にあることを意味しており、このような機構では展開及び収納は不可能である。

【0010】この問題を解決する、すなわち機構の自由度の過拘束状態を回避するためには、前記ヒンジを全て1軸回転自在ヒンジとするのでは無く、例えばヒンジ3eを適当な自由度を持たせた多自由度ヒンジに置きかえれば良い。

【0011】この考えかたを適用した二次元展開構造物を、図36(a)、及び図36(b)にその展開形状及び収納形状を示す。この構造物は9個のパネル1a~1i、宇宙船2、そのパネル間を結合する1軸回転自在ヒンジ3a~3i、多自由度ヒンジ5a~5dによって構成されており、図36(a)に示すように収納形状はパネルを積み重ねるように折り畳まれ、図36(b)から2方向6a、6bに展開形状図36(b)になるように二次元展開を達成するものである。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】上記のような二次元展開構造物は、機構の自由度の過拘束状態を回避するためにヒンジ5a~5dのように多自由度ヒンジという複雑な機構が必要となる。機構が複雑になれば重量の増加、展開形状の剛性・精度の低下、展開動作信頼性の低下が生じるため望ましくない。

【0013】さらに展開面積に対して収納形状の包絡域が一次元展開構造物と比較して大きい。またさらにパネル個数が増えた場合、その個数に応じて収納形状と展開形状の関係に留意してヒンジ配置、ヒンジ形状、ヒンジの自由度配分等を最適設計する必要が生じるため、結果として拡張性に乏しい。

【0014】さらにパネル形状が平行四辺形である、可展ダブルコルゲーションのように同時に二方向に展開するものも存在するが、パネル形状が長方形ならば二方向同時展開は不可能となり、1方向ずつ展開していく多段階展開となって、展開動作信頼性が下がるという課題があった。

【0015】この発明は、かかる課題を解決するためになされたものであり、複雑な機構を用いること無く機構の自由度の過拘束状態を回避し、収納形状の包絡域を小さくし、パネル個数が増えても収納形状と展開形状の最適設計を必要としない高い拡張性を持ち、展開段数のより少ない展開動作信頼性の高い二次元展開構造物を得るこ

とを目的としている。

【0016】

【課題を解決するための手段】この発明に係わる二次元展開構造物においては、隣接するパネル同士をヒンジで直列に結合して作られる一列のパネル列で要求する展開形状を形成するものである。

【0017】また、前記パネル列を山折りと谷折りを交互に繰り返してパネルの面外方向に積み重ねるようにして収納状態にするものである。

【0018】また、隣接する前記パネル同士のなす展開角度はパネルの枚数から1を引いた数だけあるが、展開動作中において、これら展開角度がある関係を持って展開するような同期機構を備えたものである。

【0019】また、上記同期機構に加えて、前記ヒンジの一箇所に粘性等を利用したダンバを組込んだものである。

【0020】また、前記ヒンジに巻きばね等のばねを組込んで、収納状態でばねに蓄積された弾性歪エネルギーを解放することで展開するものである。

【0021】また、前記のばねを組込んだヒンジ全てに粘性等を利用した速度ダンバを組込んだものである。

【0022】また、収納状態では隣接しないが、展開状態では隣接する前記パネル間の適当な箇所にラッチ機構を備えるものである。

【0023】また、前記パネル列の端のパネルが宇宙船に取付けられるものである。

【0024】また、前記パネル列の端のパネル宇宙船との間にパネル以外の取付け部材が介入したものである。

【0025】また、前記パネル列の端ではないパネルが宇宙船に取付けられるものである。

【0026】また、前記パネル列の端ではないパネルと衛星との間にパネル以外の取付け用部材が介入したものである。

【0027】

【作用】上記のように構成された二次元展開構造物において、前記パネルが直列に1列に結合されているので、パネル列が輪にならない限り機構の自由度の過拘束状態を容易に回避できるのでパネル個数追加に対する拡張性を高くできる。

【0028】また、前記パネル列を山折り谷折りを繰り返して折り畳んで収納形状にすることで、その包絡域を縮少し、同一ヒンジで前記パネルを結合できて、さらに展開動作中のパネル同士の干渉回避可能であるので、より少ない段数で展開可能となり、結果として展開動作信頼性を向上でき、さらにパネル個数追加においても収納方法は変化しないため拡張性を高くできる。

【0029】また、隣接する前記パネル同士のなす展開角度がある関係を持って展開するような同期機構を備えているので、展開動作中のパネルの軌道を容易に予測できるので、結果として展開動作信頼性を向上できる。

【0030】また、上記同期機構に加えて、前記ヒンジの一箇所に粘性等を利用したダンパを組込むことで、全展開角度の動作を制御することで展開動作信頼性を向上できる。

【0031】また、前記ヒンジに巻きばね等のばねを組込んで、収納状態でばねに蓄積された弾性歪エネルギーを解放することで展開するので、構造物全体が簡素なものとなり、結果として展開動作信頼性を向上できる。

【0032】また、前記のばねを組込んだヒンジ全てに粘性等を利用したダンパを組込んであるので、各展開角度の動作を制御することができるため、展開動作信頼性を向上できる。

【0033】また、収納状態では隣接しないが、展開状態では隣接する前記パネルの間のうちの適当な箇所にラッチ機構を備えているので、展開形状の剛性および精度が向上する。

【0034】また、前記パネル列の端のパネルが宇宙船に取付けられているので、展開動作中のパネルと宇宙船との干渉が回避可能となり、1段階で展開することができるので結果として高い展開動作信頼性が得られる。

【0035】また、前記パネル列の端のパネルが前記パネル以外の取付け部材を介して宇宙船に取付けられているので、展開動作中のパネルと宇宙船との干渉を回避し、かつ構造物と宇宙船との距離を離すことで、構造物の視野を拡大することができる。

【0036】また、前記パネル列の端ではない適当なパネルを選んで宇宙船に取付けることで、宇宙船に対する展開構造物の対称性を向上できる。

【0037】また、前記パネル列の端ではない選んだパネルが前記パネル以外の取付け部材を介して宇宙船に取付けられているので、宇宙船にたいする展開構造物の対称性を向上でき、かつ構造物と宇宙船との距離を離すことで、構造物の視野を拡大することができる。

【0038】

【実施例】

実施例1

図1～10はこの発明の実施例1を示す図で、そのうち図1は全体の構成図、図2～5は構成品の詳細を説明する図、図6は収納状態を説明する図、図7～11は展開の途中経過を示す図である。

【0039】図1において、1はパネル、2は宇宙船、20はパネル1同上を結合しさらに同期機構が付加されたヒンジ、21はヒンジ20から同期機構を除いた宇宙船2とパネル1を結合するヒンジ、22はヒンジ20と異なる同期機構が付加された宇宙船2とパネル1を結合するヒンジである。

【0040】図1は実施例1の展開状態を示すものである。

【0041】図2(a)は図1におけるヒンジ20bの展開状態の背面図、図2(b)は図1におけるヒンジ2

0bの展開状態の上面図、図2(c)は図1におけるヒンジ20bの展開状態の正面図を示す図である。

【0042】図2(a)において、1はパネル、23は同期機構の一部をなす同期ケーブル、31は固定ブラケット、32は軸受が組込まれた軸受ブラケット、33aは固定ブラケット31に固定された回転軸、34は中心側の端部が回転軸33aに固定された渦巻ばね、36は片方が渦巻ばね34の外側の端部が引っ掛けられもう片方が回転ブラケット32に固定されたばねシャフト、37は同期ケーブル23bを引っかけるためのプーリ、38は同期ケーブル23bがプーリ37に対して滑らないようにする滑り止め、35はプーリ37が固定ブラケット31に対して回転しないためのプーリシャフト、Aは固定ブラケット31と軸受ブラケット32が展開状態における接触面を示す。

【0043】前述のように構成されたヒンジ20bにおいて、このヒンジは軸受ブラケット32に球面軸受を組込むことで回転軸33aの垂直面内回転とそれ以外の方向の回転も許容されている三軸回転自在ヒンジである。展開状態である図2(b)において、軸受ブラケット32を時計まわりに180度回転させてパネル1aとパネル1bを平行にすると収納状態となる。

【0044】収納状態から展開状態への展開力と展開状態の保持力は、渦巻ばね34の中心側の端部を回転軸33aに固定して図2(b)において時計まわりに適当角度だけ巻き込んでばねシャフト36に引っかけることで得られる。

【0045】図3(a)～(c)はヒンジ20とパネル1の結合関係と同期機構による同期を説明する図である。図3(a)は正面図、図3(b)は展開状態の上面図、図3(c)は展開途中の上面図を示す。

【0046】図3(a)において、パネル1aとパネル1bはヒンジ20aと20bで結合され、パネル1bとパネル1cはヒンジ20cとヒンジ20dで結合されている。ヒンジ20は同一ヒンジであり、20aを基準すれば、左右を入れ換えるように180度回転したものがヒンジ20b、上下を入れ換えるように180度回転したものが20c、上下左右を入れ換えるように180度回転したものが20dとなっている。1軸回転自在ヒンジの回転軸が同一直線上に並ぶ配置は、その位置の調整が困難であるため、ヒンジ20を三軸回転自在ヒンジにして図のように2つ用いてパネル1同上を結合して等価的に1軸自在ヒンジとすれば、取付け誤差や熱変形を吸収することもできる。

【0047】図3(b)と図3(c)において同期機構とその動作について説明する。図3(b)の同期ケーブル23bはヒンジ20bのプーリ37とヒンジ20dのプーリ37に適当な張力状態で掛けられ、さらに滑り止め38で各々のプーリ37に滑らないように固定されている。さらに2つのプーリ37はプーリシャフト35で

それぞれの固定ブラケット31に対して回転しないように固定されている。

【0048】仮にパネル1bを固定して収納状態からある角度 $\theta_1$ だけパネル1aを回転させると、ヒンジ20bのプーリ37は固定ブラケット31に対して回転しないためパネル1aと同じ角度 $\theta_1$ で回転する。すると同期ケーブル23bは滑り止め38によってプーリ37に固定されているので、図3(c)に示すようにパネル1cに対して $\theta_1$ の回転角を幾何学的に伝達する。またプーリ半径が同じ為、回転角 $\theta_1$ と $\theta_2$ は等しい。

【0049】図1においてパネル1eに対してパネル1fとパネル1dはヒンジ20jとヒンジ20hと同期ケーブル23eによって、パネル1hに対してパネル1gとパネル1iはヒンジ20jとヒンジ20hと同期ケーブル23hによって同様に同期される。

【0050】図4において、40は同期ケーブル23を引っかけるためにパネルに取付けられたステアa、41は同期ケーブル23を引っかけるためにパネルに取付けられたステアbである。図4においてパネル1e~hの同期機構とその動作について説明する。パネル1gは図3(a)のパネル1bと異なって隣り合う二辺にヒンジ20kとヒンジ20lによってパネル1fが結合され、ヒンジ20nとヒンジ20mによってパネル1hが結合されている。同期ケーブル23gは図3(a)の同期ケーブル23bと同様にヒンジ20lとヒンジ20mのプーリ37に各々滑り止め38で固定されている。ただし、同期ケーブル23gはパネル1gに取付けられたステア41bを通す。ステア41bの同期ケーブル23gと接触する部位には溝が設けられている。上記構成のヒンジ20lとヒンジ20mによってパネル1fとパネル1hのパネル1gの回転角度は回転軸は90°回転しているが、基本的には図3(c)と同様に同期される。

【0051】同様にパネル1fに対するパネル1e及びパネル1gの回転角度もヒンジ20lとヒンジ20kと同期ケーブル23fによって同期される。ただし、同期ケーブル23fの張力方向を90°変換するためにパネル1fに取付けられたステア40bの外側を回す。ステア40bの同期ケーブル23fと接触する部位には溝が設けられている。パネル1b~eの4枚についても同様に同期される。

【0052】次に図5(a)~(b)において、宇宙船2とパネル1aの同期機構とその動作について説明する。図においてプーリ39の半径はプーリ37の半径の2倍で他の構成部品はヒンジ20と同じである。

【0053】同期の動作は図3(b)~(c)と同じであるが、プーリ39の半径がプーリ37の半径の2倍であるため、パネル1aの宇宙船2に対する展開角度はパネル1aとパネル1bのなす角度の半分となる。なお、ヒンジ21aと図1のヒンジ21bはパネル1の構成上同期機構を必要としないヒンジであるので、図に示すよ

うに同期機構のプーリ37、プーリシャフト35、滑り止め38を除いて、他の構成部品はヒンジ20と同等のヒンジである。

【0054】図1の実施例1は前記のように構成されているので、すべてのパネル1および宇宙船2が同期して展開することがわかる。

【0055】次に図6~11において、実施例1の収納状態から展開状態までの経過を説明する。

【0056】図6~11において、実施例1を示す概念図であり、図において3はヒンジ20またはヒンジ21を組み合わせた1軸回転自在ヒンジ、8aはヒンジ22とヒンジ21から構成される1軸回転自在ヒンジを示す。同期ケーブル23、ステア40、ステア41は省略してある。

【0057】図6及び図7は収納状態すなわちバドル1同士の展開角度が0°の状態を示している。図8は展開角度が45°の展開途中を、図9は展開角度が90°の展開途中を、図10は展開角度が135°の展開途中を、図11は展開角度が180°すなわち展開状態を示す。宇宙船2とパネル1aの展開角度は前記のパネル1同士の展開角度の半分である。

【0058】前述のように構成された二次元展開構造物において、図6を見ればその収納形状は図32(a)の一次元展開構造物のようにパネル列を山折りと谷折りを繰り返すことでパネルの面外方向に積み重ねるように折り畳むことができることを示している。従って、収納形状の包絡領域は図34(b)に示したもののより縮小され、さらにヒンジ3a~iが複雑な多自由度ヒンジを用いず構成がほぼ同一なヒンジで構成できるので軽量化ができて展開動作信頼性も向上できる。

【0059】また、図6~11の展開途中形状を見ると、展開動作中においてパネル同士が幾何学的に干渉しないことがわかる。よって一段階の展開動作で図7の収納形状から図11の展開形状まで一気に展開することができるので、展開動作信頼性を向上できる。

【0060】また、パネル個数を追加する場合、収納・展開形状やヒンジ配置及びヒンジの自由度配分等の最適設計は必要なく、図11のパネル1iにパネル1をヒンジ3で結合して追加することが可能で、しかも追加しない時と同様に展開及び収納できて、さらに収納形状の包絡領域の増加分が少ないため、面積拡大の拡張性が高い。さらにヒンジの展開角度を変化させれば展開形状が平面のみならず、ある曲率を持った構造物に対応できることはいうまでもない。

【0061】実施例2

図12(a)、図12(b)はこの発明の実施例2を示す図で、図12(a)において42はカップリング、45はダンパ本体、44はダンパをパネル1bに固定するダンパブラケット、43はダンパ回転軸、33bはカップリング42が取付け可能な回転軸を示す。また、この

ヒンジは図1では20bに相当するヒンジであり、このダンバを装着したヒンジとヒンジ20aを組み合わせたヒンジ10aは図12(b)に示すような位置に配置される。

【0062】回転軸33bとカップリング42とダンバ回転軸43はパネル1aに対して回転が固定されており、ダンバ45とダンバブラケット44はパネル1bに対して固定されている。ダンバ回転軸43は粘性流体によってダンバ45に対してその回転速度を抑制されるため、結果としてパネル1aとパネル1bの展開速度は抑制される。

【0063】本発明の構造物が太陽電池パネルやフェーズドアレーアンテナ等の電気機器の場合、パネル1間には複数本の電気ケーブルが通過する。軌道上での電気ケーブルの展開抵抗力は予想が困難であるため、ばねで展開するヒンジの場合、その展開動作信頼性の主要因であるマージンは展開抵抗力に対して、どれだけの展開力余裕を持っているかということで定義され、これを向上させるためにはばねの展開力が大きい程よい。ところがばねによる展開運動は所望の展開角度に設けられたストップ等で急に停止させられるため、ばねに蓄えられた歪エネルギーに比例する展開衝撃力が発生して機構を破損する恐れが生じる。

【0064】それを避けるために図12(b)のようにヒンジ3aの代わりにダンバを組み込んだヒンジ10aによってパネル1aとパネル1bを結合すれば、パネル1の展開角度は同期機構により幾何学的に拘束されているため、一箇所にダンバを組み込めば全パネルの展開運動を抑制しヒンジの展開衝撃力を制御することができ、結果的に展開動作信頼性を向上することができる。

#### 【0065】実施例3

図13(a)、図13(b)はこの発明の実施例3を示す図で、図において42はカップリング、45はダンバ本体、44はダンバをパネル1bに固定するダンバブラケット、43はダンバ回転軸、33bはカップリング42が取付け可能な回転軸を示す。図13(a)に示される構成のヒンジをヒンジ11とし、図13(b)に示すようにヒンジ3の代わりにパネルを結合する。ダンバの効果は実施例2で説明した通りである。

【0066】本実施例ではパネルの同期機構はないが、前記の軌道上での電気ケーブルの展開抵抗力よりはるかに大きい展開力を渦巻ばね34に持たせてその展開速度をダンバ45で抑制することで擬似的な同期性を持たせ、結果として展開動作信頼性を向上することができる。

#### 【0067】実施例4

図14、図15(a)、図15(b)、図16(a)、図16(b)はこの発明の実施例4を示す図で、図14において17はラッチ機構を示している。図15(a)、図15(b)はラッチ機構47aのラッチする

前の上面図と側面図、図16(a)、図16(b)はラッチ機構47aのラッチ後の上面図と側面図を示しており、図において48はハンドル、49は固定爪、50は可動爪、51は可動爪回転軸、52はトリガー、53はねじりコイルばね、54は可動爪50に設けられた切り欠き、55は固定爪49に固定されたトリガー回転軸を示す。

【0068】図14において、ラッチ機構でラッチされるのはパネル1aと1f、1dと1iで、これらパネルは収納形状及び展開動作中は図6に示すように隣接しないが、図14の展開形状になってはじめて隣接する。

【0069】図15(a)、図15(b)において、両端が固定爪51と可動爪50に固定されたねじりコイルばね53によって、可動爪50は可動爪回転軸51を回転中心とした時計まわりの回転力を与えられている。ラッチ前には切り欠き54にトリガー52が引っ掛かっており、可動爪50の展開力を固定爪49に固定されたトリガー回転軸55で受けている。ラッチ機構47にハンドル48は両図に示したような接近をする。

【0070】図16(a)、図16(b)において、接近したハンドル48はトリガー52にぶつかって、トリガー回転軸55まわりに回転させる。すると可動爪50が回転してハンドル48を固定爪49と可動爪50ではさんでラッチ動作を完了する。

【0071】実施例1～3ではパネル1は宇宙船2から先端のパネル1iまで直列に結合されてパネル列が長い。ため、展開状態において宇宙船2から見たときの構造物の剛性は低いことが予想される。さらに、ヒンジ20、21、22の展開角度誤差が宇宙船2からパネル1iまで蓄積して構造物の精度が低下することも予想される。

【0072】この問題を解決するためには収納形状及び展開動作中は隣接しないが、図14の展開形状では隣接する箇所にラッチ機構47を設けてパネル1aと1f、1dと1iを結合すれば、直列になっているパネル列が短くなるので展開状態の構造物の剛性および精度を向上することができる。

#### 【0073】実施例5

図17～19はこの発明の実施例5を示す図で、図において7は取付け部材を示している。図17と図18は収納状態を、図19は展開状態を示す。

【0074】実施例1と同様に取付け部材7と宇宙船2とパネル1はヒンジ20、21、22から構成される1軸回転自在ヒンジ3i、3j、8aで結合されており、同期して展開する。

【0075】本発明の構造物が太陽電池パネルやフェーズドアレーアンテナの場合、直接宇宙船に取付けていると宇宙船自身が構造物の上に影を落として構造物の視野を狭めることが考えられる。このようなときに構造物と衛星の間にパネル以外の適当な取付け部材7a、7bを導入させて構造物と宇宙船の距離を取ることで構造物の



視野を拡大することができる。

#### 【0076】実施例6

図20～26はこの発明の実施例6を示す図である。

【0077】図において2aは収納状態においてパネル1aが宇宙船2と干渉しないようにするための宇宙船2の取付け部を示す。

【0078】図20と図21は収納状態を、図22は一段階目の展開状態を、図23はパネル1の展開角度45度の展開途中を、図24はパネル1の展開角度90度の展開途中を、図25はパネル1の展開角度135度の展開途中を、図26はパネル1の展開角度180度すなわち展開状態を示す。

【0079】宇宙船に大型の構造物が結合される場合、衛星全体の姿勢制御をする観点から宇宙船に対する構造物の対称性があるほうが望ましい。実施例1のようにパネル1が直列に結合された列の端のパネル1aに宇宙船2が取付いていると宇宙船2に対する構造物の対称性は損われる。

【0080】この問題を解決するために図26に示すように前記パネル列の端のパネル1aではなく1bに宇宙船2を取付けて、宇宙船2から見たときの構造物の対称性を向上するようにした。

#### 【0081】実施例7

図27～31はこの発明の実施例7を示す図である。

【0082】図において、7a～cは取付け部材を示す。取付け部材7、宇宙船2、パネル1bはヒンジ11で結合されている。

【0083】図27、28は収納状態を、図29は一段階目の展開状態を、図30はパネル1の展開角度が90度の展開途中を、図31は展開状態を示す。

【0084】実施例5と同等な理由で図のように宇宙船2とパネル1の間に取付け部材7a、7b、7cを介入させて構造物の視野を拡大し、さらに宇宙船から見たときの構造物の対称性を向上するために、パネル1bに取付け部材7を結合した。

#### 【0085】実施例8

図32はこの発明の実施例8を示す図である。

【0086】図において、宇宙船から順番にパネルa～1までの一列のパネル列を渦巻状に折り曲げたパネル1とヒンジ3及びヒンジ8の結合関係となっている。このようにパネル列の隣り合う任意のパネルの展開方向が異なるようにして展開形状を形成することもできる。

#### 【0087】実施例9

図33はこの発明の実施例9を示す図である。

【0088】図において、宇宙船から順番にパネルa～1までの一列のパネル列をジグザグに折り曲げたパネル1とヒンジ3及びヒンジ8の結合関係となっている。このようにパネル列の隣り合う任意のパネルの展開方向が異なるようにして展開形状を形成することもできる。

#### 【0089】

【発明の効果】この発明は、以上説明したように構成されるので、以下に記載されるような効果を奏する。

【0090】前記パネルが直列に1列に結合されているので、構造物の機構の自由度の過拘束状態を容易に回避でき、パネル個数追加に対する拡張性が高い二次元展開構造物が得られる。

【0091】また、前記パネル列を山折り谷折りを繰り返して折り畳んで収納形状にすることで、その包絡域を減少し、同一ヒンジで前記パネルを結合できて、さらに展開動作中のパネル同士の干渉回避可能であるので、より少ない段数で展開可能となり、結果として展開動作信頼性を向上でき、さらにパネル個数追加においても収納方法は変化しないため、拡張性の高い二次元展開構造物が得られる。

【0092】また、隣接する前記パネル同士のなす展開角度がある関係を持って展開するような同期機構を備えているので、展開動作中のパネルの軌道を容易に予測可能となり、高い展開動作信頼性を持つ二次元展開構造物が得られる。

【0093】また、上記同期機構に加えて、前記ヒンジの一箇所に粘性等を利用したダンバを組込むことで、全展開角度の動作を制御可能のため高い展開動作信頼性を持つ二次元展開構造物が得られる。

【0094】また、前記ヒンジに巻きばね等のばねを組込んで、収納状態でばねに蓄積された弾性歪エネルギーを解放することで展開するので、構造物全体が簡素なものとなり、軽量化ができかつ高い展開動作信頼性を持つ二次元展開構造物が得られる。

【0095】また、前記のばねを組込んだヒンジ全てに粘性等を利用した速度ダンバを組んでいるので、各展開角度の動作を制御可能のため高い展開動作信頼性を持つ二次元展開構造物が得られる。

【0096】また、収納状態では隣接しないが、展開状態では隣接する前記パネルの間のうちの適当な箇所にラッチ機構を備えているので、展開形状が高剛性および高精度の二次元展開構造物が得られる。

【0097】また、前記パネル列の端のパネルが宇宙船に取付けられているので、展開動作中のパネルと宇宙船との干渉が回避可能となり、1段階で展開することができるので結果として高い展開動作信頼性を持つ二次元展開構造物が得られる。

【0098】また、前記パネル列の端のパネルが前記パネル以外の取付け部材を介して宇宙船に取付けられているので、展開動作中のパネルと宇宙船との干渉を回避し、かつ構造物と宇宙船との距離を離すことで、構造物の視野を拡大することができる二次元展開構造物が得られる。

【0099】また、前記パネル列の端ではない適当なパネルを選んで宇宙船に取付けることで、宇宙船から見た展開構造物の対称性が向上した二次元展開構造物が得ら

れる。

【0100】また、前記パネル列の端ではない選んだパネルが前記パネル以外の取付け部材を介して宇宙船に取付けられているので、宇宙船から見た展開構造物の対称性を向上でき、かつ構造物と宇宙船との距離を離すことで、構造物の視野を拡大した二次元展開構造物が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施例1の展開状態を示す図である。

【図2】この発明の実施例1のヒンジ20bを示す図である。

【図3】この発明の実施例1のパネル1a~c、ヒンジ20a~dの結合関係を示す図である。

【図4】この発明の実施例1のパネル1e~h、ヒンジ20i~n、同期ケーブル23f~gの結合関係を示す展開状態の平面図である。

【図5】この発明の実施例1の宇宙船2、パネル1a~b、ヒンジ20a~b、ヒンジ21a、ヒンジ22、同期ケーブル23aの結合関係を示す図である。

【図6】この発明の実施例1の収納状態の側面図である。

【図7】この発明の実施例1の収納状態の立体図である。

【図8】この発明の実施例1のパネル展開角度45°の展開途中を示す立体図である。

【図9】この発明の実施例1のパネル展開角度90°の展開途中を示す立体図である。

【図10】この発明の実施例1のパネル展開角度135°の展開途中を示す立体図である。

【図11】この発明の実施例1の展開状態を示す立体図である。

【図12】この発明の実施例2を示す図である。

【図13】この発明の実施例3を示す図である。

【図14】この発明の実施例4の展開状態を示す立体図である。

【図15】この発明の実施例4のラッチ機構47のラッチ前を示す図である。

【図16】この発明の実施例4のラッチ機構47のラッチ後を示す図である。

【図17】この発明の実施例5の収納状態の側面図である。

【図18】この発明の実施例5の収納状態の立体図である。

【図19】この発明の実施例5の展開状態の立体図である。

【図20】この発明の実施例6の収納状態の側面図である。

【図21】この発明の実施例6の収納状態の立体図である。

【図22】この発明の実施例6の一段階の展開状態を示す立体図である。

【図23】この発明の実施例6のパネル展開角度45°の展開途中を示す立体図である。

【図24】この発明の実施例6のパネル展開角度90°の展開途中を示す立体図である。

【図25】この発明の実施例6のパネル展開角度135°の展開途中を示す立体図である。

【図26】この発明の実施例6の展開状態を示す立体図である。

【図27】この発明の実施例7の収納状態の側面図である。

【図28】この発明の実施例7の収納状態の立体図である。

【図29】この発明の実施例7の一段階の展開状態を示す立体図である。

【図30】この発明の実施例7のパネル展開角度90°の展開途中を示す立体図である。

【図31】この発明の実施例7の展開状態を示す立体図である。

【図32】この発明の実施例8の展開状態を示す図である。

【図33】この発明の実施例9の展開状態を示す図である。

【図34】従来の一次元展開構造物を示す立体図である。

【図35】従来の4枚パネル構成の二次元展開構造物を示す立体図である。

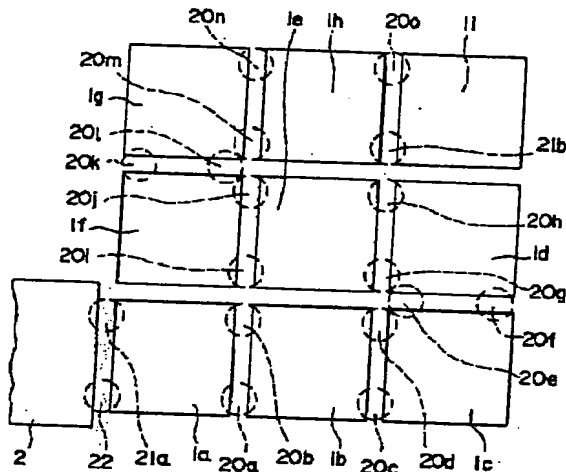
【図36】従来の9枚パネル構成の二次元展開構造物を示す立体図である。

【符号の説明】

- 1 パネル
- 2 宇宙船及び構造物取付部
- 3 1軸回転自在ヒンジ
- 7 取付け部材
- 8 1軸回転自在ヒンジ
- 10 1軸回転自在ヒンジ
- 11 1軸回転自在ヒンジ
- 20 三軸回転自在ヒンジ
- 21 三軸回転自在ヒンジ
- 22 三軸回転自在ヒンジ
- 23 同期ケーブル
- 31 固定ブラケット
- 32 軸受ブラケット
- 33 回転軸
- 34 渦巻ばね
- 35 プーリシャフト
- 36 ばねシャフト
- 37 プーリ
- 38 滑り止め

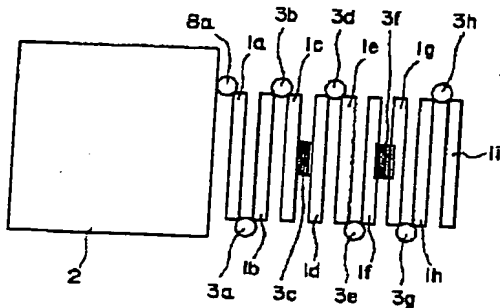
- 39 プーリ  
40 ステア  
41 ステア  
42 カップリング  
43 ダンパ回転軸  
44 ダンパブラケット  
45 ダンパ  
47 ラッチ機構

【図1】



- 1: パネル  
2: 宇宙船及び機体取付部  
20: 同軸機構が付加された通巻ばねで展開する三軸回転自在ヒンジ  
21: 通巻ばねで展開する三軸回転自在ヒンジ  
22: プーリが異なる同軸機構が付加された通巻ばねで展開する三軸回転自在ヒンジ

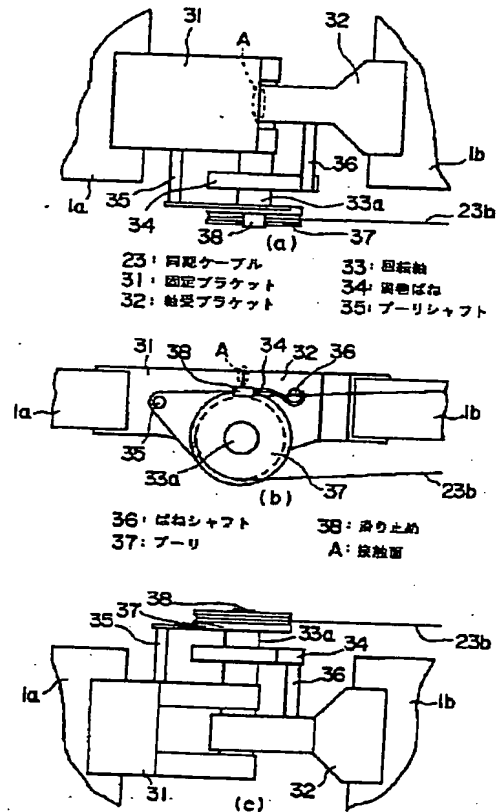
【図6】



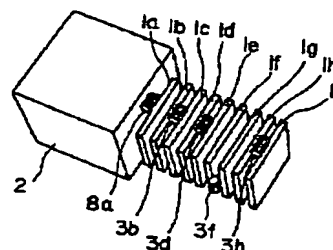
- 3: ヒンジ20又はヒンジ21を2つ組み合わせた1軸回転自在ヒンジ  
8: ヒンジ3と同軸する同軸機構が付加された1軸回転自在ヒンジ

- 48 ハンドル  
49 固定爪  
50 可動爪  
51 可動爪回転軸  
53 トリガー  
54 切り欠き  
55 トリガー回転軸

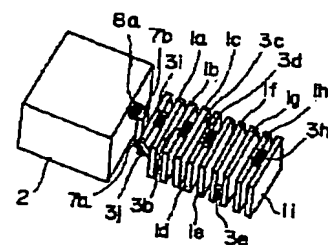
【図2】



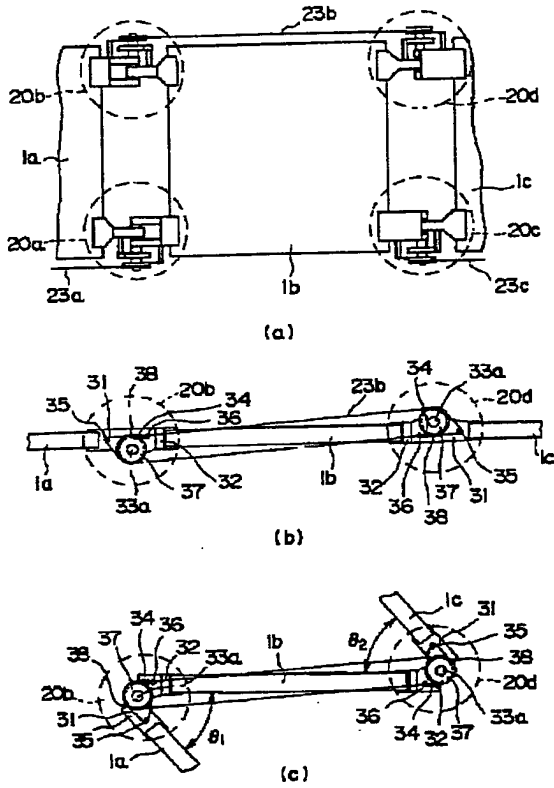
【図7】



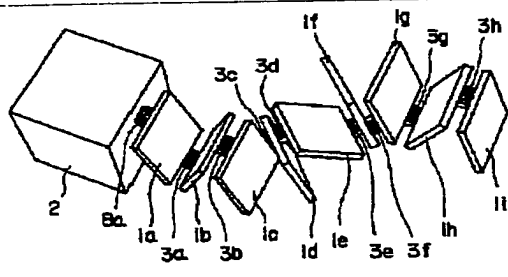
【図18】



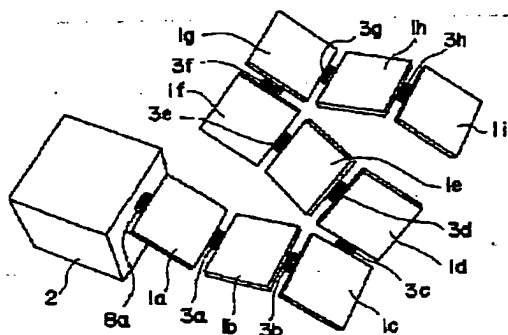
【図3】



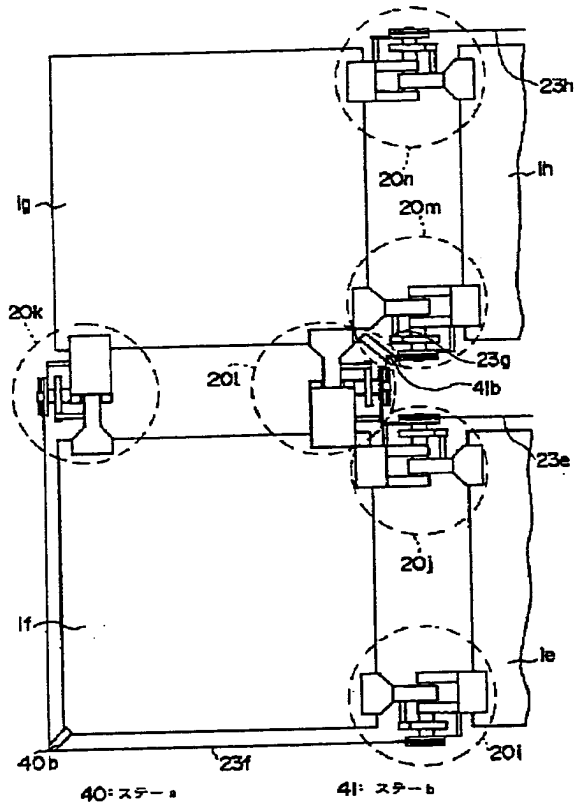
【図8】



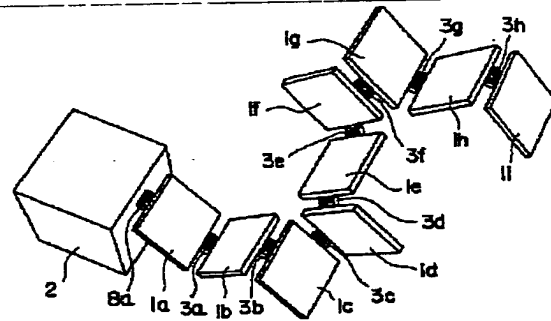
【図10】



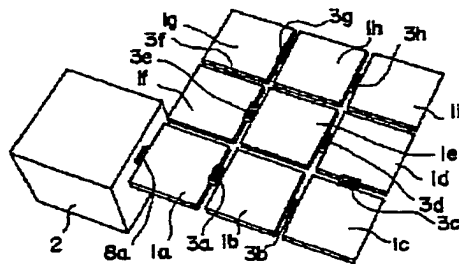
【図4】



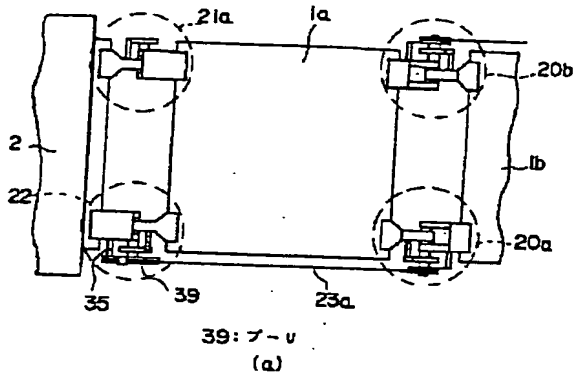
【図9】



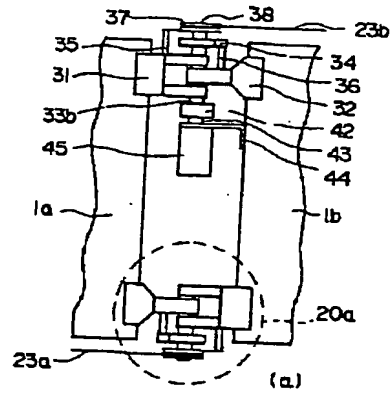
【図11】



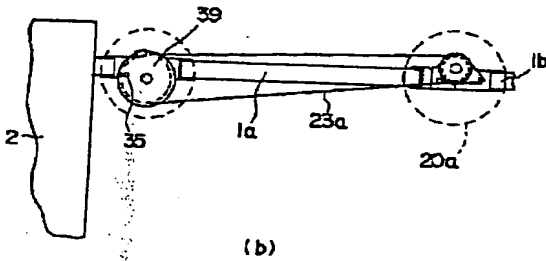
【図5】



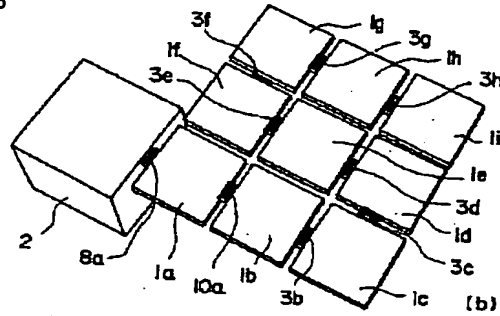
【図12】



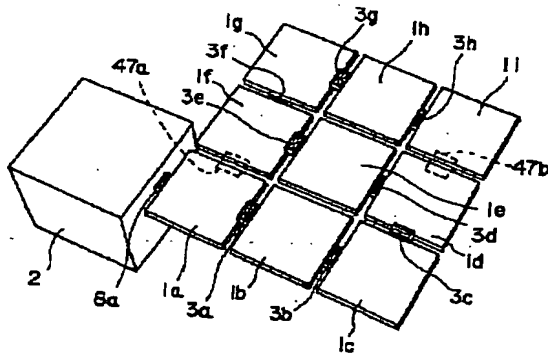
10: ダンパとばねと同軸機構が付き1軸回転自在ヒンジ  
42: カップリング  
43: ダンパ回転軸  
44: ダンパブラケット  
45: ダンパ



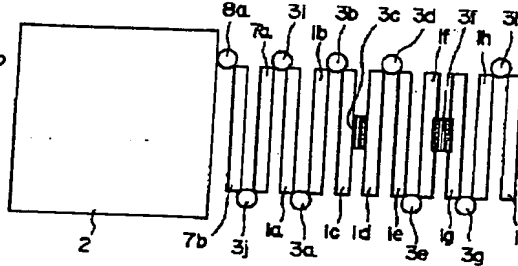
【図14】



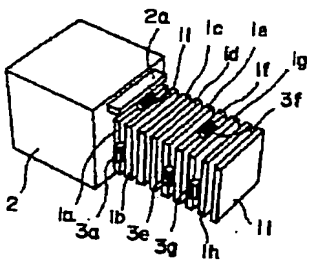
【図17】



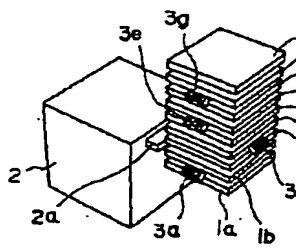
47: ラッチ機構



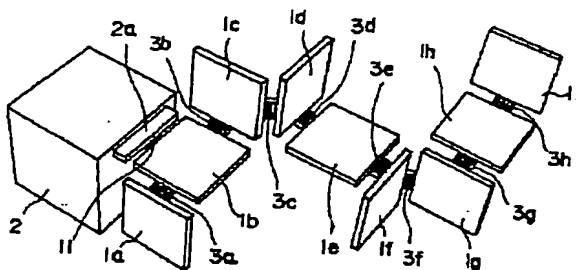
【図21】



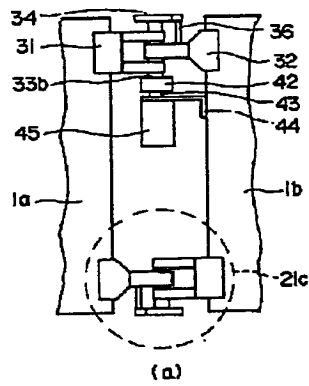
【図22】



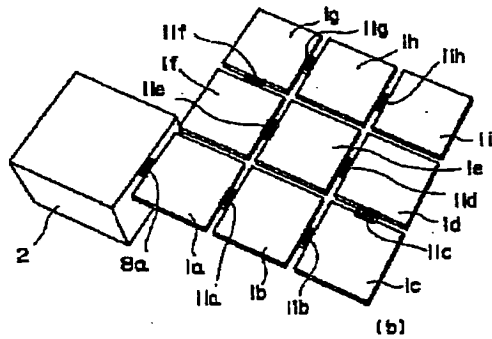
【図24】



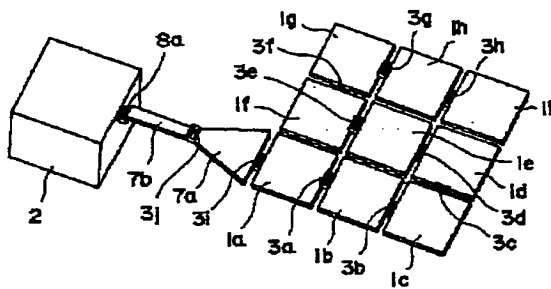
【図13】



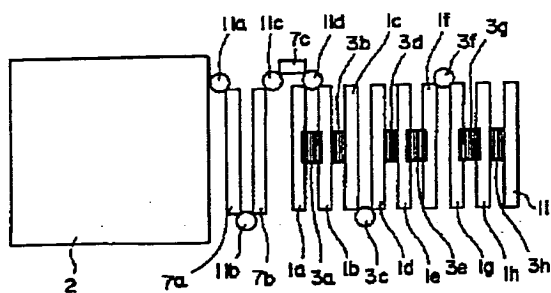
11: ばねとダンパが組み込まれた1軸回転自在ヒンジ



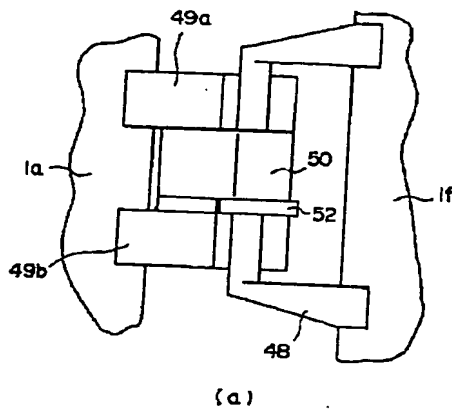
【図19】



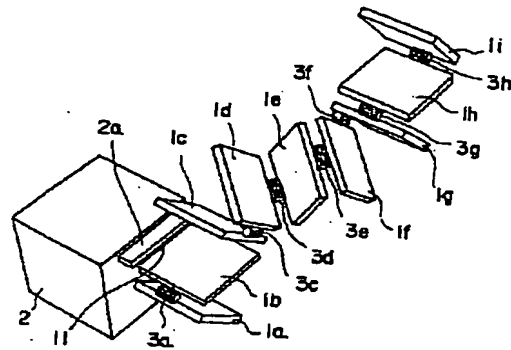
【図27】



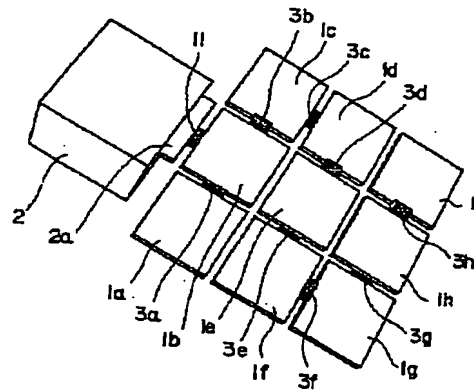
【図16】



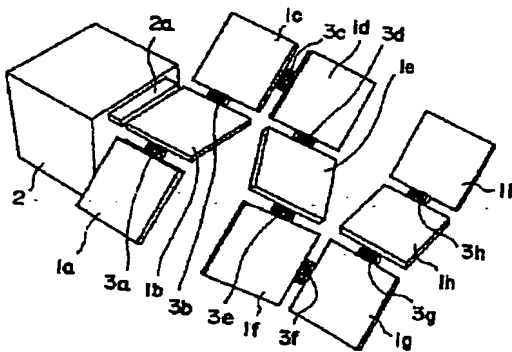
【図23】



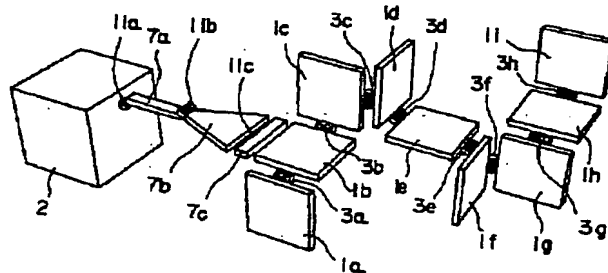
【図26】



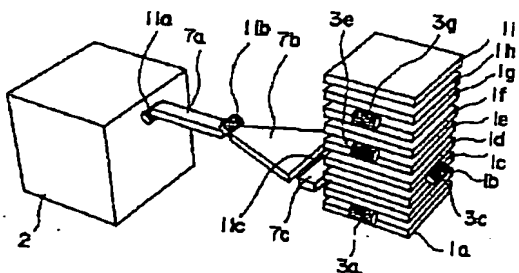
【図25】



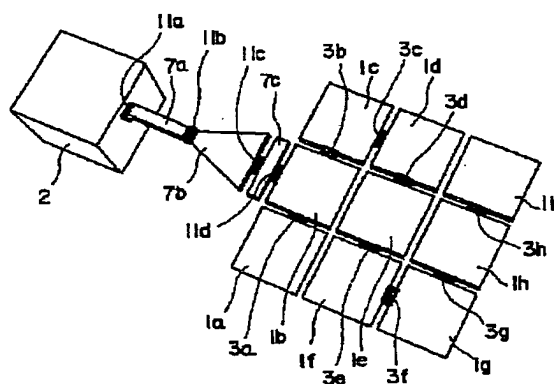
【図30】



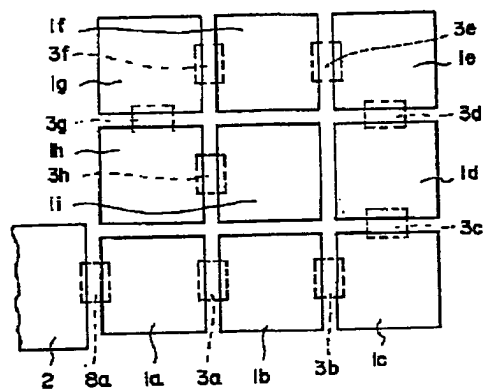
【図29】



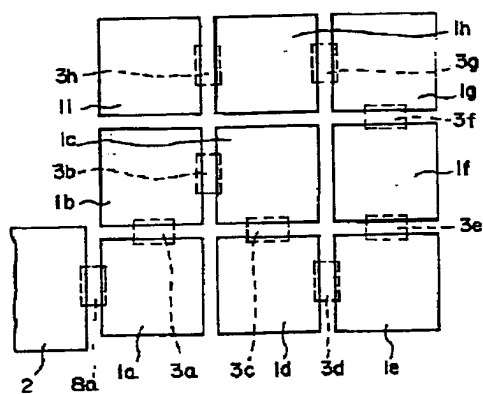
【図31】



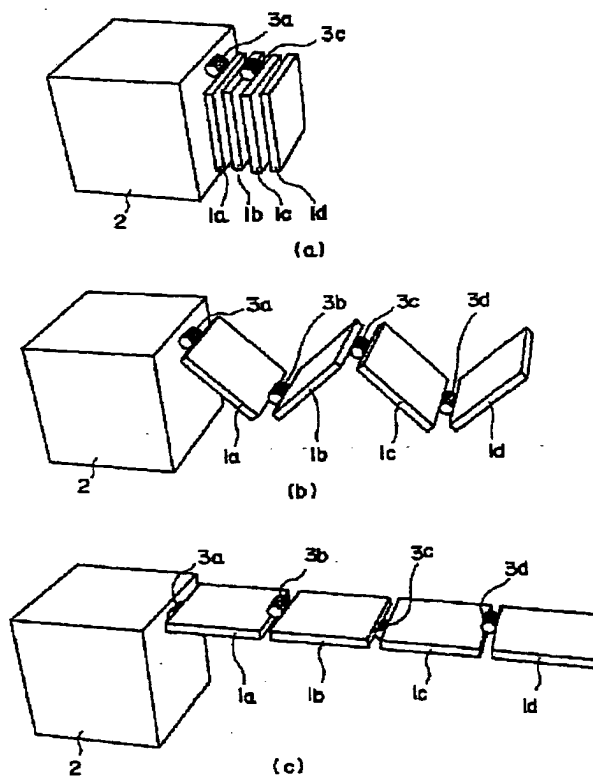
【図32】



【図33】

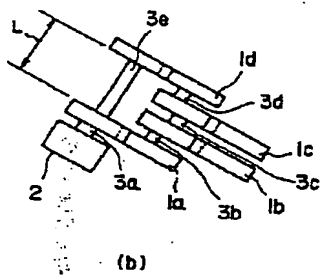
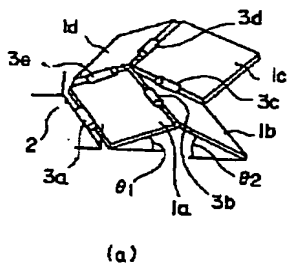


【図34】

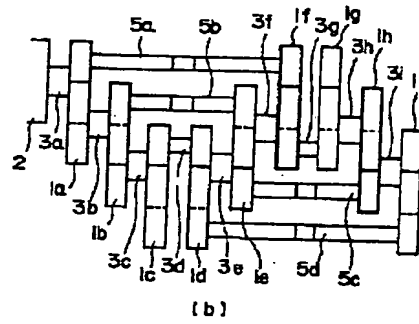
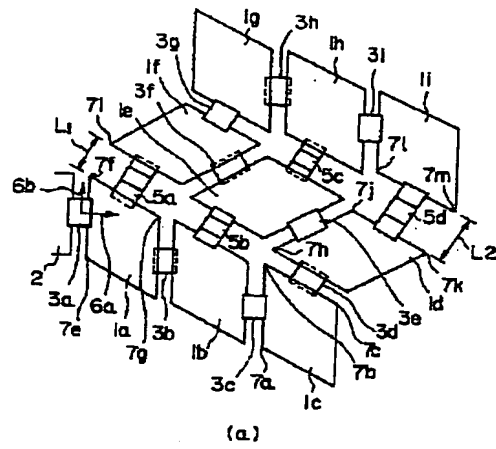




【図35】



【図36】



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**